

CH 688 868 A5

①9



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

①1 CH 688 868 A5

⑤1 Int. Cl.⁶: F 15 D 001/00
F 23 R 003/20

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

①2 PATENTSCHRIFT A5

②1 Gesuchsnummer: 01083/93

②2 Anmeldungsdatum: 08.04.1993

②4 Patent erteilt: 30.04.1998

④5 Patentschrift
veröffentlicht: 30.04.1998

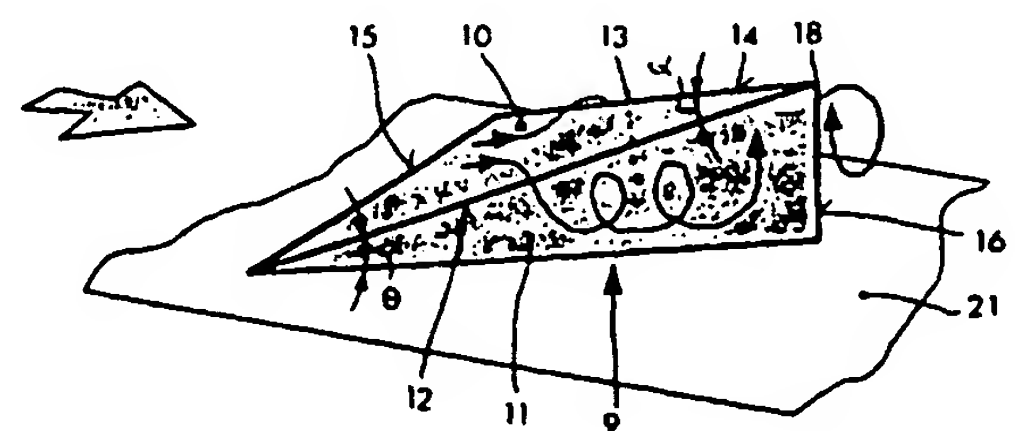
⑦3 Inhaber:
ASEA BROWN BOVERI AG, Haselstrasse 16,
5401 Baden (CH)

⑦2 Erfinder:
Chyou, Yau-Pin, Dottikon (CH)
Eroglu, Adnan, Untersiggenthal (CH)

⑤4 Durchströmter Kanal mit einem Wirbelgenerator.

⑤7 Ein in einem durchströmten Kanal an einer Kanalwand angeordneter Wirbel-Generator (9) weist drei frei umströmte Flächen auf. Diese erstrecken sich in Strömungsrichtung und sind durch eine Dachfläche (10) zwei Seitenflächen (11, 13) gebildet. Die Seitenflächen (11, 13) schliessen miteinander den Pfeilwinkel (α) ein. Die Dachfläche (10) liegt mit einer quer zum durchströmten Kanal verlaufenden Kante (15) an der gleichen Kanalwand (21) an wie die Seitenwände. Die längsgerichteten Kanten (12, 14) der Dachfläche begrenzen die Seitenflächen und verlaufen unter einem Anstellwinkel (θ) zur Kanalwand.

Verwendet werden kann ein solcher Wirbel-Generator zum Mischen einer Sekundärströmung mit einer Hauptströmung. Der durchströmte Kanal kann die Brennkammer einer Gasturbine sein, wobei die Hauptströmung ein gasförmiges Mittel und die Sekundärströmung ein gasförmiger oder flüssiger Brennstoff ist.



CH 688 868 A5

Beschreibung

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft einen durchströmten Kanal mit einem Wirbel-Generator.

Stand der Technik

Als Wirbel-Generator im weitesten Sinn kann ein Deltaflügel angesehen werden, der in einer kanalisierten Strömung angestellt ist. Werden derartige Flügel von der Spitze her angeströmt, so entsteht einerseits stromabwärts des Flügels ein Totwassergebiet und andererseits erfährt die Strömung durch die angestellte Fläche einen nicht unbeträchtlichen Druckabfall. Das Anordnen eines solchen Deltaflügels in einem Kanal muss über strömungsbeeinträchtigende Hilfsmittel wie Streben, Rippen oder dergleichen erfolgen. Darüberhinaus ergeben sich beispielsweise in einer Heissgasströmung Probleme mit der Kühlung solcher Elemente.

Als Mischelemente von zwei oder mehreren Strömungen sind derartige Deltaflügel nicht brauchbar. Die Mischung einer Sekundärströmung mit einer in einem Kanal vorliegenden Hauptströmung geschieht in der Regel durch radiale Eindüsung der Sekundärströmung in den Kanal. Der Impuls der Sekundärströmung ist indes so gering, dass eine nahezu vollständige Durchmischung erst nach einer Strecke von ca. 100 Kanalhöhen erfolgt ist.

Darstellung der Erfindung

Die Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, in einem durchströmten Kanal einen 3-dimensionalen Wirbel-Generator zu schaffen, mit dem Längswirbel ohne Rezirkulationsgebiet erzeugt werden können.

Erfindungsgemäss wird dies dadurch erreicht,

- dass der Wirbel-Generator drei frei umströmte Flächen aufweist, die sich in Strömungsrichtung erstrecken und von denen eine die Dachfläche und die beiden andern die Seitenflächen bilden,
- dass die Seitenflächen mit einer gleichen Kanalwand bündig sind und miteinander den Pfeilwinkel α einschliessen,
- dass die Dachfläche mit einer quer zum durchströmten Kanal verlaufenden Kante an der gleichen Kanalwand anliegt wie die Seitenwände,
- und dass die längsgerichteten Kanten der Dachfläche, die bündig sind mit den in den Strömungskanal hineinragenden längsgerichteten Kanten der Seitenflächen unter einem Anstellwinkel θ zur Kanalwand verlaufen.

Der Vorteil der Erfindung ist in der besonderen Einfachheit des Elementes in jeder Hinsicht zu sehen. Fertigungstechnisch ist das aus drei umströmten Wänden bestehende Element völlig problemlos. Die Dachfläche kann mit den beiden Seitenflächen auf verschiedenste Arten zusammengefügt werden. Auch die Fixierung des Elementes an ebenen oder gekrümmten Kanalwänden kann im Falle von schweisssbaren Materialien durch einfache Schweissnähte erfolgen. Selbstverständlich können

die Wirbel-Generatoren auch zusammen mit den begrenzenden Wandungen vergossen werden. Vom strömungstechnischen Standpunkt her weist das Element beim Umströmen einen sehr geringen Druckverlust auf und es erzeugt Wirbel ohne Totwassergebiet. Schliesslich kann das Element durch seinen in der Regel hohlen Innenraum auf die verschiedensten Arten und mit diversen Mitteln gekühlt werden.

Es ist für gewisse Anwendungen zweckmässig, wenn der Anstellwinkel der Dachfläche und/oder der Pfeilwinkel α der Seitenflächen so gewählt sind, dass noch im Bereich des Wirbel-Generators der von der Strömung erzeugte Wirbel aufplatzt. Mit der möglichen Variation der beiden Winkel hat man ein einfaches aerodynamisches Stabilsierungsmittel in der Hand, unabhängig von der Querschnittsform des durchströmten Kanals, welcher sowohl breit und niedrig als auch schmal und hoch sein kann, und mit ebenen oder gekrümmten Kanalwänden versehen sein kann.

Es ist sinnvoll, wenn die beiden den Pfeilwinkel α einschliessenden Seitenflächen symmetrisch um eine Symmetrieachse angeordnet sind. Damit werden drallgleiche Wirbel erzeugt.

Wenn die beiden den Pfeilwinkel α einschliessenden Seitenflächen eine zumindest annähernd scharfe Verbindungskante miteinander bilden, wird der Durchströmquerschnitt kaum durch Sperrung beeinträchtigt.

Ist die scharfe Verbindungskante die austrittsseitige Kante des Wirbel-Generators und verläuft sie senkrecht zu jener Kanalwand, mit welcher die Seitenflächen bündig sind, so ist die Nichtbildung eines Nachlaufgebietes von Vorteil. Eine senkrechte Verbindungskante führt überdies zu ebenfalls senkrecht auf der Kanalwand stehenden Seitenflächen, was dem Wirbel-Generator die einfachst mögliche und fertigungstechnisch die günstigste Form verleiht.

Es ist angebracht, das Verhältnis Höhe h der Verbindungskante der beiden Seitenflächen zur Kanalhöhe H so zu wählen, dass der erzeugte Wirbel unmittelbar stromabwärts des Wirbel-Generators die volle Kanalhöhe oder die volle Höhe des dem Wirbel-Generators zugeordneten Kanalteils ausfüllt.

Vorzugsweise ohne Zwischenräume sind über der Breite des durchströmten Kanals mehrere Wirbel-Generatoren nebeneinanderangeordnet. Mit dieser Massnahme wird kurz hinter den Wirbel-Generatoren der ganze Kanalquerschnitt von den Wirbeln voll beaufschlagt.

Wenn die Symmetrieachse parallel zur Kanalachse verläuft, und die Verbindungskante der beiden Seitenflächen die stromabwärtige Kante des Wirbel-Generators bildet, während die quer zum durchströmten Kanal verlaufende Kante der Dachfläche die von der Kanalströmung zuerst beaufschlagte Kante ist, so werden an einem Wirbel-Generator zwei gleiche gegenläufige Wirbel erzeugt. Es liegt ein drallneutrales Strömungsbild vor, bei welchem der Drehsinn der beiden Wirbel im Bereich der Verbindungskante aufsteigend ist, so dass die Wirbel auf die nicht mit Wirbel-Generatoren bestückte, gegenüberliegende Wand auftreffen, die auf diese Weise beispielsweise gekühlt werden kann.

Wenn indes die Verbindungskante der beiden Seitenflächen die von der Kanalströmung zuerst beaufschlagte Kante ist und die quer zum durchströmten Kanal verlaufende Kante der Dachfläche stromabwärts angeordnet ist, so werden an einem Wirbel-Generator ebenfalls zwei gegenläufige Wirbel erzeugt, deren Drehsinn so gerichtet ist, dass die Wirbel auf die mit Wirbel-Generatoren bestückte Wand auftreten.

Ein Wirbel-Generator eignet sich besonders als Mischelement wenn eine Sekundärströmung – welche einen wesentlich kleineren Massenstrom aufweist als die Hauptströmung – im unmittelbaren Bereich des Wirbel-Generators in die Hauptströmung eingeleitet wird.

Der durchströmte Kanal kann die Brennkammer einer Gasturbine sein, wobei die Hauptströmung ein gasförmiges Mittel und die Sekundärströmung ein gasförmiger oder flüssiger Brennstoff ist, und wobei die Sekundärströmung zumindest annähernd senkrecht zur Hauptströmung in den Kanal eingedüst wird.

Mit dem neuen statischen Mischer ist es möglich, ausserordentlich kurze Mischstrecken bei gleichzeitig geringem Druckverlust zu erzielen. Bereits nach einer vollen Wirbelumdrehung ist eine grobe Durchmischung der beiden Ströme vollzogen, während eine Feinmischung infolge von turbulenter Strömung und molekularer Diffusionsprozesse nach einer Strecke vorliegt, die einigen wenigen Kanalhöhen entspricht.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

In der Zeichnung sind mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung schematisch dargestellt.

Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung eines Wirbel-Generators;

Fig. 2 eine Anordnungsvariante des Wirbel-Generators;

Fig. 3a–c die gruppenweise Anordnung von Wirbel-Generatoren in einem Kanal im Längsschnitt, in einer Draufsicht und in einer Hinteransicht;

Fig. 4a–c eine Ausführungsvariante einer gruppenweisen Anordnung von Wirbel-Generatoren in gleicher Darstellung wie Fig. 3 mit einer Variante der Sekundärströmungsführung;

Fig. 5 eine zweite Variante der Sekundärströmungsführung;

Fig. 6 eine dritte Variante der Sekundärströmungsführung;

Fig. 7 die Ringbrennkammer einer Gasturbine mit eingebauten Wirbel-Generatoren;

Fig. 8 einen teilweisen Längsschnitt durch die Brennkammer nach Linie 8–8 in Fig. 7.

Weg zur Ausführung der Erfindung

In den Fig. 1, 2, 5 und 6 ist der eigentliche Kanal, der von einer mit grossem Pfeil symbolisierten Hauptströmung durchströmt wird, nicht dargestellt. Gemäss diesen Figuren besteht ein Wirbel-Generator im wesentlichen aus drei frei umströmten dreieck-

kigen Flächen. Es sind dies eine Dachfläche 10 und zwei Seitenflächen 11 und 13. In ihrer Längserstreckung verlaufen diese Flächen unter bestimmten Winkeln in Strömungsrichtung.

In sämtlichen gezeigten Beispielen stehen die beiden Seitenflächen 11 und 13 senkrecht auf der Kanalwand 21, wobei angemerkt wird, dass dies nicht zwingend ist. Die Seitenwände, welche aus rechtwinkligen Dreiecken bestehen, sind mit ihren Längsseiten auf dieser Kanalwand 21 fixiert, vorzugsweise gasdicht. Sie sind so orientiert, dass sie an ihren Schmalseiten einen Stoss bilden unter Einschluss eines Pfeilwinkels α . Der Stoss ist als scharfe Verbindungskante 16 ausgeführt und steht ebenfalls senkrecht zu jener Kanalwand 21, mit welcher die Seitenflächen bündig sind. Die beiden den Pfeilwinkel α einschliessenden Seitenflächen 11, 13 sind symmetrisch in Form, Grösse und Orientierung und sind beidseitig einer Symmetrieachse 17 angeordnet (Fig 3b, 4b). Diese Symmetrieachse 17 ist gleichgerichtet wie die Kanalachse.

Die Dachfläche 10 liegt mit einer quer zum durchströmten Kanal verlaufenden und sehr spitz ausgebildeten Kante 15 an der gleichen Kanalwand 21 an wie die Seitenwände 11, 13. Ihre längsgerichteten Kanten 12, 14 sind bündig mit den in den Strömungskanal hineinragenden längsgerichteten Kanten der Seitenflächen. Die Dachfläche verläuft unter einem Anstellwinkel θ zur Kanalwand 21. Ihre Längskanten 12, 14 bilden zusammen mit der Verbindungskante 16 eine Spitze 18.

Selbstverständlich kann der Wirbel-Generator auch mit einer Bodenfläche versehen sein, mit welcher er auf geeignete Art an der Kanalwand 21 befestigt ist. Eine derartige Bodenfläche steht indes in keinem Zusammenhang mit der Wirkungsweise des Elementes.

In Fig. 1 bildet die Verbindungskante 16 der beiden Seitenflächen 11, 13 die stromabwärtige Kante des Wirbel-Generators. Die quer zum durchströmten Kanal verlaufende Kante 15 der Dachfläche 10 ist somit die von der Kanalströmung zuerst beaufschlagte Kante.

Die Wirkungsweise des Wirbel-Generators ist folgende: Beim Umströmen der Kanten 12 und 14 wird die Hauptströmung in ein Paar gegenläufiger Wirbel umgewandelt. Deren Wirbelachsen liegen in der Achse der Hauptströmung. Die Drallzahl und der Ort des Wirbelaufplatzens (vortex break down), sofern letzteres überhaupt gewünscht wird, werden bestimmt durch entsprechende Wahl des Anstellwinkels θ und des Pfeilwinkels α . Mit steigenden Winkeln wird die Wirbelstärke bzw. die Drallzahl erhöht und der Ort des Wirbelaufplatzens wandert stromaufwärts bis hin in den Bereich des Wirbel-Generators selbst. Je nach Anwendung sind diese beiden Winkel θ und α durch konstruktive Gegebenheiten und durch den Prozess selbst vorgegeben. Angepasst werden muss dann nur noch die Höhe h der Verbindungskante 16 (Fig. 3a, 4a).

In den Fig 3a und 4a, in welchen der durchströmte Kanal mit 20 bezeichnet ist, ist erkennbar, dass der Wirbel-Generator unterschiedliche Höhen gegenüber der Kanalhöhe H aufweisen kann. In der Regel wird man die Höhe h der Verbindungskante

16 so mit der Kanalhöhe H abstimmen, dass der erzeugte Wirbel unmittelbar stromabwärts des Wirbel-Generators bereits eine solche Grösse erreicht, dass die volle Kanalhöhe H ausgefüllt wird. Ein weiteres Kriterium, welches Einfluss auf das zu wählende Verhältnis h/H nehmen kann, ist der Druckabfall, der beim Umströmen des Wirbel-Generators auftritt. Es versteht sich, dass mit grösserem Verhältnis h/H auch der Druckverlustbeiwert ansteigt.

Im Gegensatz zu Fig. 1 ist in Fig. 2 die scharfe Verbindungskante 16 jene Stelle, die von der Kanalströmung zuerst beaufschlagt wird. Das Element ist um 180° gedreht. Wie aus der Darstellung erkennbar, haben die beiden gegenläufigen Wirbel ihren Drehsinn geändert.

In Fig. 3 ist gezeigt, wie über der Breite des durchströmten Kanals 20 mehrere, hier 3 Wirbel-Generatoren ohne Zwischenräume nebeneinander angeordnet sind. Der Kanal 20 hat in diesem Fall Rechteckform, was jedoch erfindungsunwesentlich ist.

Eine Ausführungsvariante mit 2 vollen und beidseitig daran angrenzenden 2 halben Wirbel-Generatoren ist in Fig. 4 gezeigt. Bei gleicher Kanalhöhe H und gleichem Anstellwinkel θ der Dachfläche 10 wie in Fig. 3 unterscheiden sich die Elemente insbesondere durch ihre grössere Höhe h . Bei gleichbleibendem Anstellwinkel führt dies zwangsläufig zu einer grösseren Länge L des Elementes und demzufolge auch – wegen der gleichen Teilung – zu einem kleineren Pfeilwinkel α . Im Vergleich mit Fig. 3 werden die erzeugten Wirbel eine geringere Drallstärke aufweisen, jedoch innert kürzerem Intervall den Kanalquerschnitt voll ausfüllen. Falls in beiden Fällen ein Wirbelaufplatzen beabsichtigt ist, beispielsweise zum Stabilisieren der Strömung, wird dies beim Wirbel-Generator nach Fig. 4 später erfolgen als bei jenem nach Fig. 3.

Die in den Fig. 3 und 4 dargestellten Kanäle könnten beispielsweise Brennkammern sein. Es wird noch einmal darauf hingewiesen, dass die Form des durchströmten Kanals für die Wirkungsweise der Erfindung nicht wesentlich ist. Statt des gezeigten Rechtecks könnte es sich beim Kanal auch um ein Ringsegment handeln, d.h. die Wände 21a und 21b wären gekrümmt. Die obige Aussage, dass die Seitenflächen senkrecht auf der Kanalwand stehen, muss in einem solchen Fall selbstverständlich relativiert werden. Massgebend ist, dass die auf der Symmetrielinie 17 liegende Verbindungskante 16 senkrecht auf der entsprechenden Wand steht. Im Fall von ringförmigen Wänden würde die Verbindungskante 16 somit radial ausgerichtet sein, wie dies auf der später zu beschreibenden Fig. 7 dargestellt ist.

In den genannten Fig. 3 und 4 sind die Wirbel-Generatoren als Mischer zweier Strömungen verwendet. Die Hauptströmung in Form von Brennluft attackiert in Pfeilrichtung die quergerichteten Eintrittskanten 15. Die Sekundärströmung in Form eines beispielsweise flüssigen Brennstoffs weist einen wesentlich kleineren Massenstrom auf als die Hauptströmung. Sie wird im unmittelbaren Bereich der Wirbel-Generatoren senkrecht in die Hauptströmung eingeleitet.

Gemäss Fig. 3 geschieht diese Eindüsung über Einzelbohrungen 22a, die in der Wand 21a angebracht sind. Bei der Wand 21a handelt es sich um jene Wandung, an der die Wirbel-Generatoren angeordnet sind. Die Bohrungen 22a befinden sich auf der Symmetrielinie 17 stromabwärts hinter der Verbindungskante 16 jedes Wirbel-Generators. Bei dieser Konfiguration wird der Brennstoff in die bereits bestehenden gross-skaligen Wirbel eingegeben.

Bei der geschilderten Brennkammer könnte es sich desweiteren um eine selbstzündende Nachbrennkammer stromabwärts einer Hochtemperatur-Gasturbine handeln. Der hohe Energieinhalt deren Abgase ermöglicht die Selbstzündung. Voraussetzung für eine Optimierung des Verbrennungsprozesses, insbesondere hinsichtlich einer Minimierung der Emissionen, ist ein effektives, schnelles Mischen der Heissgasströmung mit dem eingedüsten Brennstoff.

Wird eine Brennkammerkonfiguration gemäss Fig. 3 mit dann allerdings ringförmigen Kanalwänden 21a und 21b zugrundegelegt, bei welcher je Wirbel-Generator eine Brennstoffzuführung vorgesehen ist, so werden die Wirbel-Generatoren so ausgelegt, dass Rezirkulationszonen grösstenteils vermieden werden. Dadurch ist die Verweilzeit der Brennstoffpartikel in den heissen Zonen sehr kurz, was sich günstig auf minimale Bildung von NO_x auswirkt. Der über die Wandbohrungen 21a eingedüste Brennstoff wird von den Wirbeln mitgeschleppt und mit der Hauptströmung vermischt. Er folgt dem schraubenförmigen Verlauf der Wirbel und wird stromabwärts der Wirbel in der Kammer gleichmässig feinverteilt. Dadurch reduziert sich die – bei der eingangs erwähnten radialen Eindüsung von Brennstoff in eine unverwirbelte Strömung – Gefahr von Aufprallstrahlen an der gegenüberliegenden Wand und die Bildung von sogenannten "hot spots".

Da der hauptsächliche Mischprozess in den Wirbeln erfolgt und weitgehend unempfindlich gegen den Eindüsungsimpuls der Sekundärströmung ist, kann die Brennstoffeinspritzung flexibel gehalten werden und an andere Grenzbedingungen angepasst werden. So kann im ganzen Lastbereich der gleiche Eindüsungsimpuls beibehalten werden. Da das Mischen durch die Geometrie der Wirbel-Generatoren bestimmt wird, und nicht durch die Maschinenlast, im Beispielsfall die Gasturbinenleistung, arbeitet der so konfigurierte Nachbrenner auch bei Teillastbedingungen optimal. Der Verbrennungsprozess wird durch Anpassen der Zündverzugszeit des Brennstoffs und Mischzeit der Wirbel optimiert, was eine Minimierung der Emissionen gewährleistet.

Desweiteren bewirkt das wirkungsvolle Vermischen ein gutes Temperaturprofil über dem durchströmten Querschnitt und reduziert überdies die Möglichkeit des Auftretens von thermoakustischer Instabilität. Allein durch ihre Anwesenheit wirken die Wirbel-Generatoren als Dämpfungsmassnahme gegen thermoakustische Schwingungen.

Die Fig. 4 zeigt eine Ausführungsvariante einer Brennkammer, bei der die Sekundärströmung ebenfalls über Wandbohrungen 22b eingedüst wird. Die

se befinden sich stromabwärts der Wirbel-Generatoren in jener Wand 21b, an der die Wirbel-Generatoren nicht angeordnet sind, also an der der Wand 21a gegenüberliegenden Wand. Die Wandbohrungen 22b sind jeweils mittig zwischen den Verbindungskanten 16 zweier benachbarter Wirbel-Generatoren angebracht, wie aus Fig. 4 ersichtlich. Auf diese Weise gelangt der Brennstoff auf die gleiche Art in die Wirbel wie bei der Ausführung nach Fig. 3. Allerdings mit dem Unterschied, dass er nicht mehr in die Wirbel eines von einem gleichen Wirbel-Generator erzeugten Wirbelpaars einge-mischt wird, sondern in je einen Wirbel zweier be-nachbarter Wirbel-Generatoren. Da die benachbar-ten Wirbel-Generatoren indes ohne Zwischenraum angeordnet sind und Wirbelpaare mit gleichen Drehsinn erzeugen, sind die Eindüsungen nach den Fig. 3 und 4 wirkungsgleich.

Die Fig. 5 und 6 zeigen weitere mögliche For-men der Einführung der Sekundärströmung in die Hauptströmung. Die Sekundärströmung wird hier über nicht gezeigte Mittel durch die Kanalwand 21 ins hohle Innere des Wirbel-Generators eingeleitet.

Gemäss Fig. 5 wird die Sekundärströmung über Wandbohrungen 22c in die Hauptströmung einge-düst, wobei die Bohrungen im stromabwärtigen Be-reich der Längskanten 12 und 14 angeordnet sind.

In Fig. 6 geschieht die Eindüsung über Wand-bohrungen 22c und 22d, die sich in den Seitenflä-chen 11 und 13 einerseits im Bereich der Längs-kanten 12 und 14 und andererseits im Bereich der Verbindungskante 16 befinden.

Die Fig. 7 und 8 zeigen vereinfacht eine Brenn-kammer mit ringförmig durchströmten Kanal 20. An beiden Kanalwänden 21a und 21b ist jeweils eine gleiche Anzahl von Wirbel-Generatoren in Umfangs-richtung so aneinandergereiht, dass die Verbin-dungskanten 16 von zwei gegenüberliegenden Wir-bel-Generatoren in der gleichen Radialen liegen. Werden gleiche Höhen h für gegenüberliegende Wirbel-Generatoren vorausgesetzt, so zeigt Fig. 7, dass die Wirbel-Generatoren am inneren Kanalring 21b eine kleinere Pfeilung haben. Im Längsschnitt in Fig. 8 ist erkennbar, dass dies durch einen grö-sseren Anstellwinkel kompensiert werden könnte, wenn drallgleiche Wirbel im inneren und äusseren Ringquerschnitt erwünscht sind. Der Brennstoff könnte bei dieser Ausführung nach den Methoden der Fig. 5 oder 6 in die Hauptströmung eingeführt werden.

Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf die beschriebenen und gezeigten Beispiele beschränkt. Bezüglich der Anordnung der Wirbel-Generatoren im Verbund sind viele Kombinationen möglich, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. Auch die Einführung der Sekundärströmung in die Hauptströ-mung kann auf vielfältige Weise vorgenommen wer-den. In Abweichung von den in Fig. 3, 4, 5 und 6 dargestellten Eindüsungen könnte im Falle der Fig. 8 auch eine zentrale Eindüsung vorgesehen werden. Der Brennstoff, in der Regel Öl, würde dann über eine zentrale Brennstofflanze eingedüst werden, deren Mündung sich stromabwärts der Wir-bel-Generatoren im Bereich deren Spitze befinden.

Patentansprüche

1. Durchströmter Kanal (20) mit einem Wirbel-Ge-nerator, dadurch gekennzeichnet,
 5 – dass der Wirbel-Generator drei frei umströmte Flä-chen aufweist, die sich in Strömungsrichtung erstrek-ken und von denen eine die Dachfläche (10) und die beiden andern die Seitenflächen (11, 13) bilden,
 10 – dass die Seitenflächen (11, 13) mit einer gleichen Kanalwand (21) bündig sind und miteinander den Pfeilwinkel (α) einschliessen,
 15 – dass die Dachfläche (10) mit einer quer zum durchströmten Kanal (20) verlaufenden Kante (15) an der gleichen Kanalwand (21) anliegt wie die Sei-tenwände,
 20 – und dass die längsgerichteten Kanten (12, 14) der Dachfläche, die bündig sind mit den in den Strö-mungskanal hineinragenden längsgerichteten Kanten der Seitenflächen unter einem Anstellwinkel (Θ) zur Kanalwand (21) verlaufen.
2. Durchströmter Kanal nach Anspruch 1, da-durch gekennzeichnet, dass der Anstellwinkel der Dachfläche (Θ) und/oder der Pfeilwinkel (α) der Sei-tenflächen (11, 13) so gewählt sind, dass noch im
 25 Bereich des Wirbel-Generators der von der Strö-mung erzeugte Wirbel aufplatzt.
3. Durchströmter Kanal nach Anspruch 1, da-durch gekennzeichnet, dass die beiden den Pfeil-winkel (α) einschliessenden Seitenflächen (11, 13)
 30 symmetrisch um eine Symmetrieachse (17) ange-ordnet sind.
4. Durchströmter Kanal nach Anspruch 1, da-durch gekennzeichnet, dass die beiden den Pfeil-winkel (α) einschliessenden Seitenflächen (11, 13)
 35 eine zumindest annähernd scharfe Verbindungskan-te (16) miteinander umfassen, welche zusammen mit den längsgerichteten Kanten (12, 14) der Dach-fläche (10) eine Spitze (18) bilden.
5. Durchströmter Kanal nach Anspruch 1, da-durch gekennzeichnet, dass die Verbindungskante (16) der beiden Seitenflächen (11, 13) senkrecht zu
 40 jener Kanalwand (21) verläuft, mit welcher die Sei-tenflächen bündig sind.
6. Durchströmter Kanal nach Anspruch 4, da-durch gekennzeichnet, dass das Verhältnis Höhe (h) der Verbindungskante (16) der beiden Seitenflä-chen (11, 13) zur Kanalhöhe (H) so gewählt ist,
 45 dass der erzeugte Wirbel unmittelbar stromabwärts des Wirbel-Generators die volle Kanalhöhe oder die volle Höhe des dem Wirbel-Generators zugeorde-neten Kanalteils ausfüllt.
7. Durchströmter Kanal nach Anspruch 1, da-durch gekennzeichnet, dass über der Breite des durchströmten Kanals (20) mehrere Wirbel-Genera-toren nebeneinander angeordnet sind, vorzugswei-
 50 se ohne Zwischenräume.
8. Durchströmter Kanal nach Ansprüchen 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Symmetrie-achse (17) parallel zur Kanalachse verläuft, wobei
 55 die Verbindungskante (16) der beiden Seitenflächen (11, 13) die stromabwärtige Kante des Wirbel-Ge-nerators bildet und wobei die quer zum durchström-ten Kanal (20) verlaufende Kante (15) der Dachflä-
 60 che (10) die von der Kanalströmung zuerst beauf-schlagte Kante ist.

9. Durchströmter Kanal nach Ansprüchen 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Symmetrieachse (17) parallel zur Kanalachse verläuft, wobei die Verbindungskante (16) der beiden Seitenflächen (11, 13) die von der Kanalströmung zuerst beaufschlagte Kante ist, während die quer zum durchströmten Kanal (20) verlaufende Kante (15) der Dachfläche (10) stromabwärts angeordnet ist.

5

10. Durchströmter Kanal nach einem der Ansprüche 1-9, dadurch gekennzeichnet, dass der Kanal (20) von einer Hauptströmung beaufschlagt ist, und dass Mittel zum Einleiten einer Sekundärströmung – die einen wesentlich kleineren Massenstrom aufweist als die Hauptströmung – in die Hauptströmung im unmittelbaren Bereich des Wirbel-Generators vorgesehen sind.

10

15

11. Durchströmter Kanal nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Kanal die Brennkammer (20a) einer Gasturbine ist, und dass die Hauptströmung ein gasförmiges Mittel und die Sekundärströmung ein gasförmiger oder flüssiger Brennstoff ist, wobei die Sekundärströmung zumindest annähernd senkrecht zur Hauptströmung in den Kanal eindüsbar ist.

20

12. Durchströmter Kanal nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennkammer (20a) eine Ringbrennkammer ist, dass die Kanalwand, an der eine Mehrzahl von Wirbel-Generatoren in Umfangsrichtung aneinandergereiht sind, die innere oder äussere Ringwand (21a, 21b) ist, und dass die Sekundärströmung über Wandbohrungen (22a) eingedüst wird, von denen sich je eine in der Symmetrielinie (17) stromabwärts unmittelbar hinter der Verbindungskante (16) in der gleichen Ringwand (21a, 21b) befindet, an der die Wirbel-Generatoren angeordnet sind.

25

30

35

13. Durchströmter Kanal nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennkammer (20a) eine Ringbrennkammer ist, dass die Kanalwand, an der eine Mehrzahl von Wirbel-Generatoren in Umfangsrichtung aneinandergereiht sind, die innere oder äussere Ringwand (21a, 21b) ist, und dass die Sekundärströmung über Wandbohrungen (22b) eingedüst wird, die stromabwärts der Wirbel-Generatoren in jener Ringwand (21b, 21a) angeordnet sind, an der die Wirbel-Generatoren nicht angeordnet sind, wobei die Wandbohrungen (22b) jeweils mittig zwischen den Verbindungskanten (16) zweier benachbarter Wirbel-Generatoren angebracht sind.

40

45

50

14. Durchströmter Kanal nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennkammer (20a) eine Ringbrennkammer ist, dass die Kanalwand, an der eine Mehrzahl von Wirbel-Generatoren in Umfangsrichtung aneinandergereiht sind, die innere oder äussere Ringwand (21a, 21b) ist, und dass die Sekundärströmung über Wandbohrungen (22c, 22d) eingedüst wird, die sich im Bereich der längsgerichteten Kanten (12, 14) der Dachfläche oder der Verbindungskante (16) der Wirbel-Generatoren befinden.

55

60

65

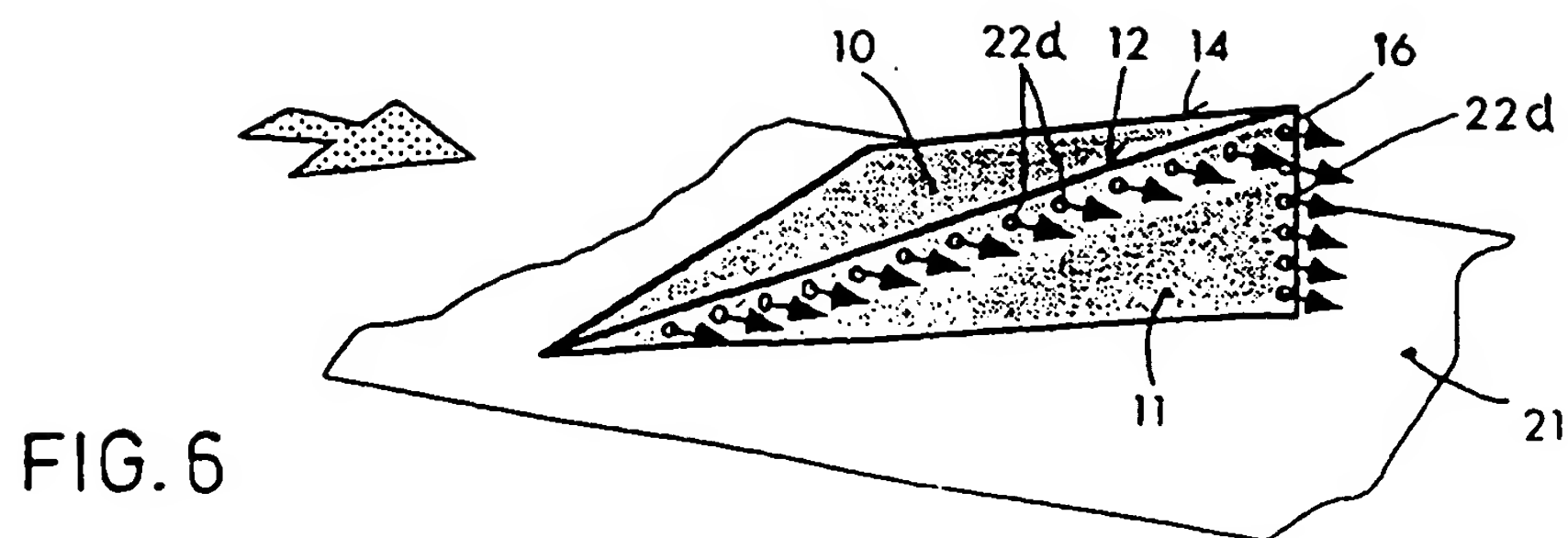
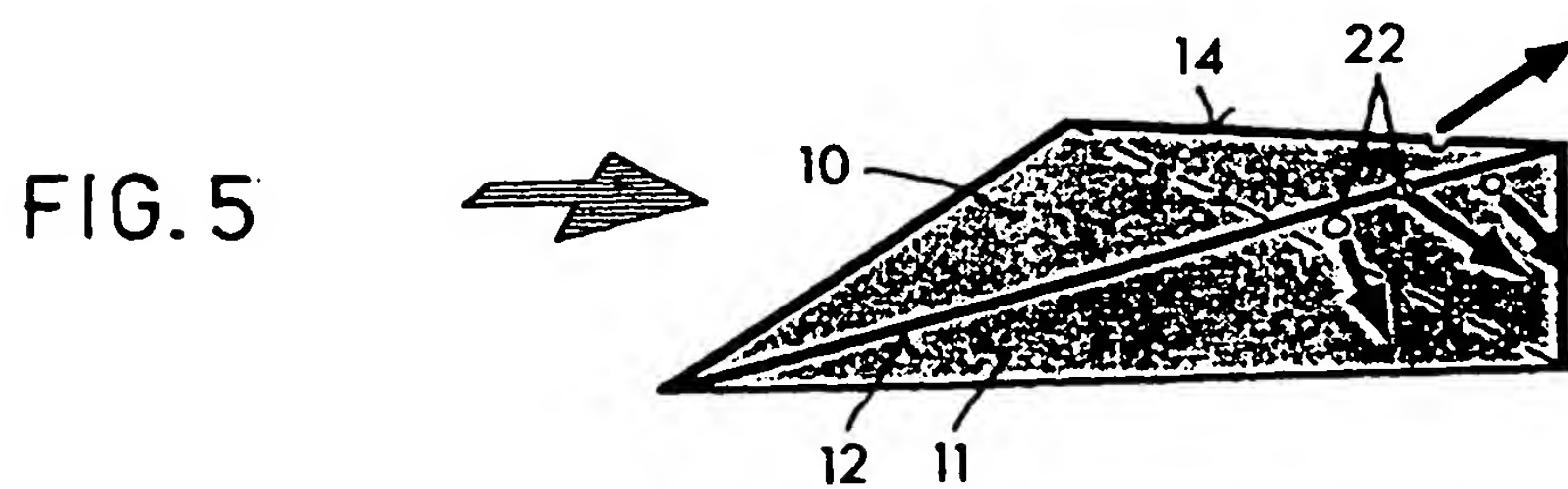
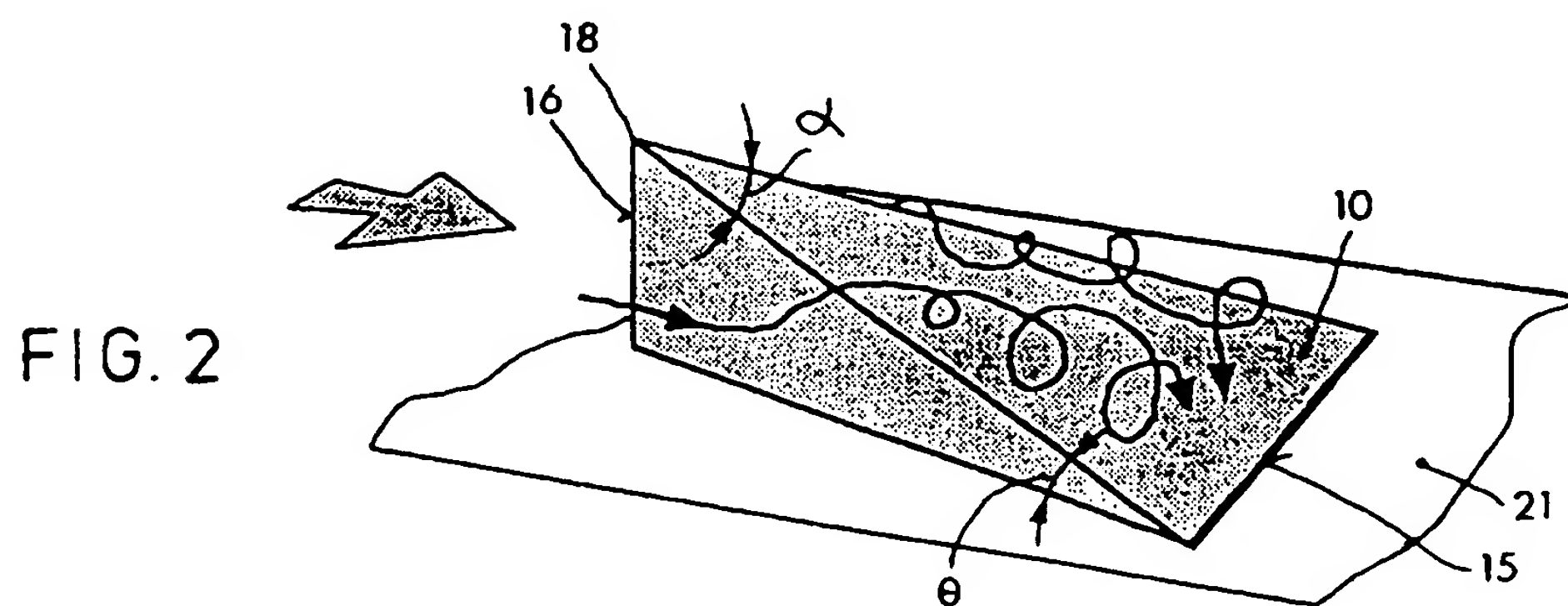
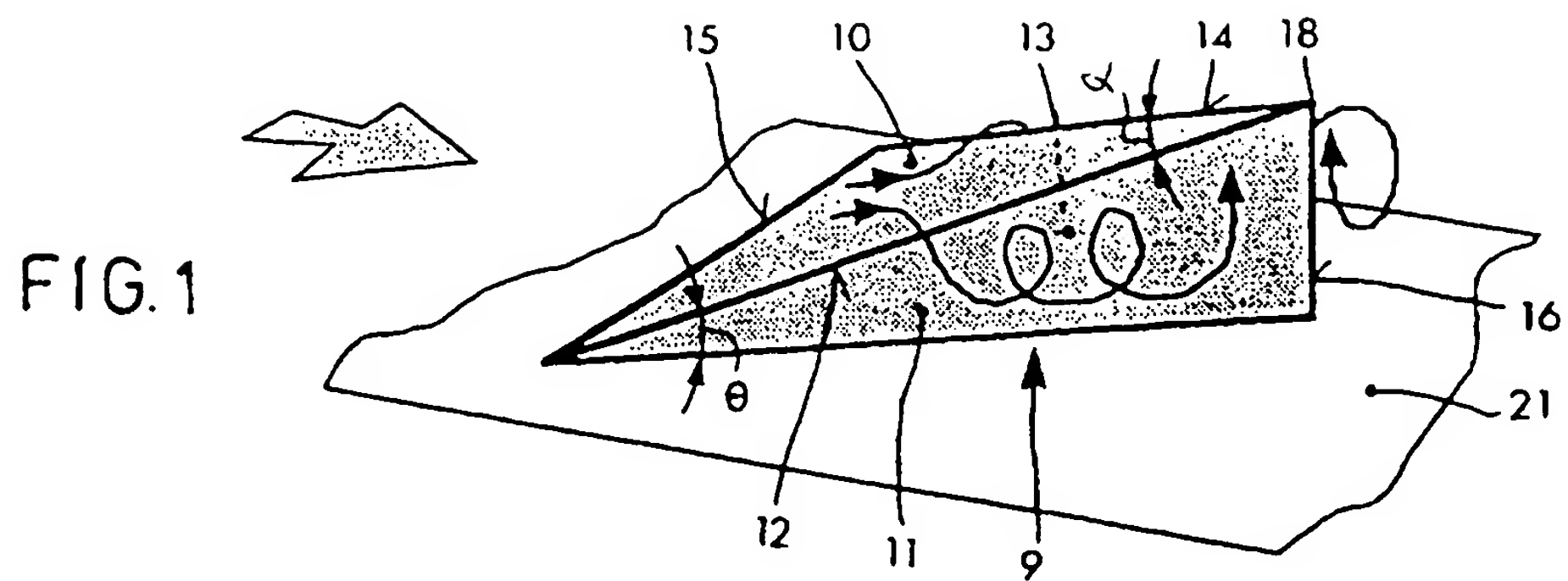


FIG. 3.b

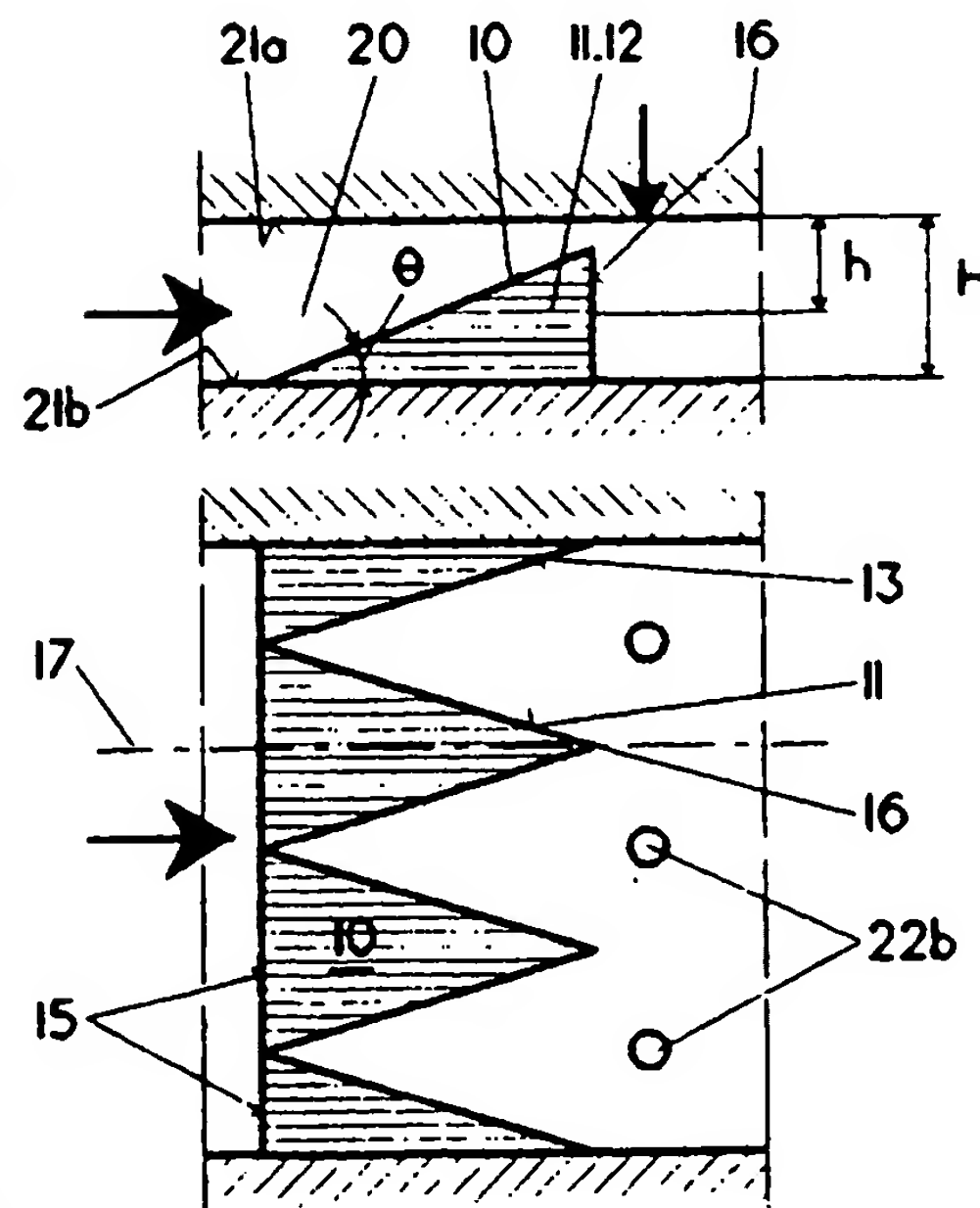
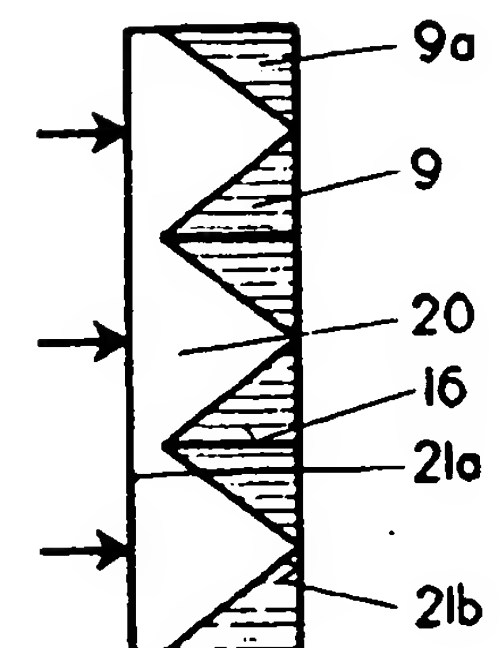


FIG. 4c



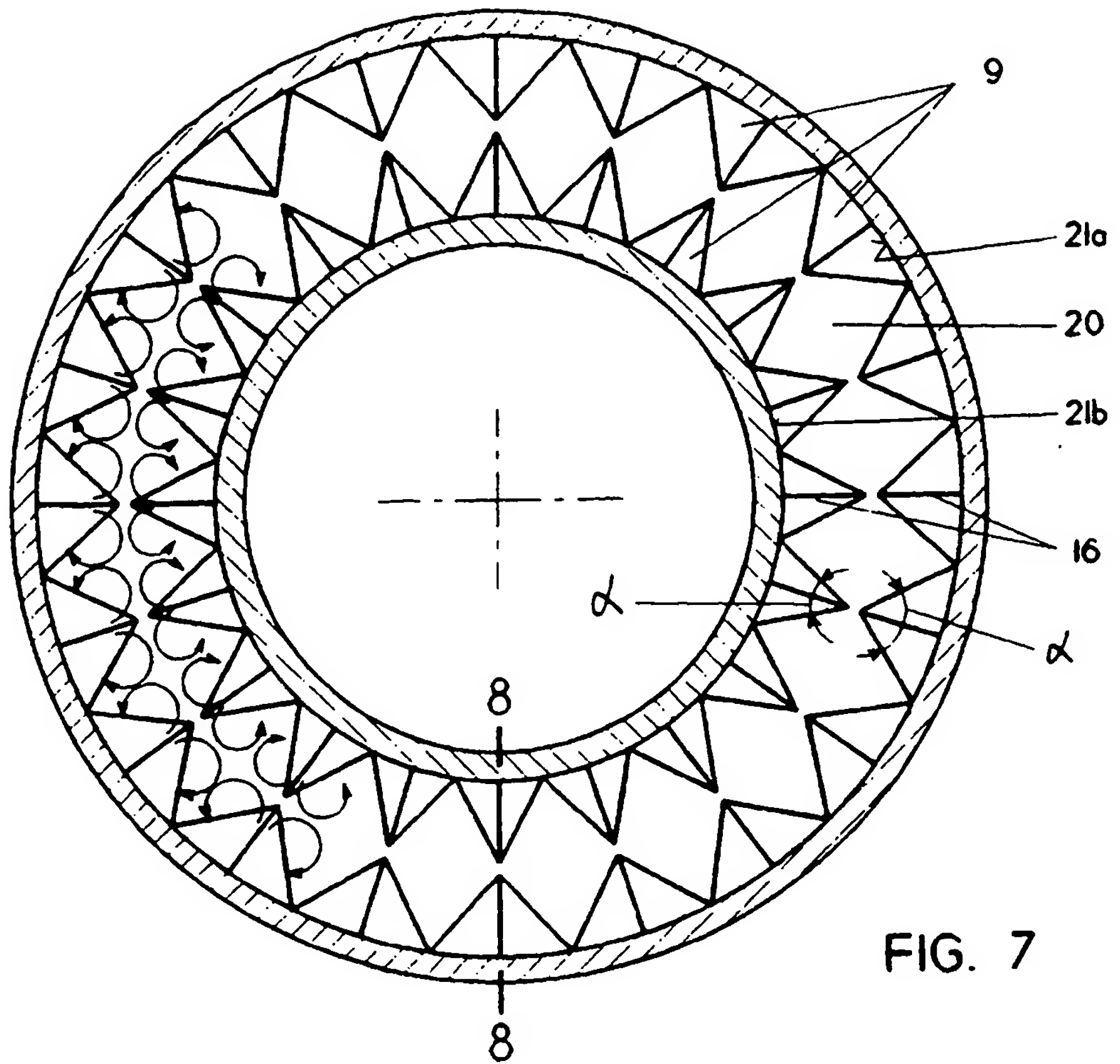


FIG. 7

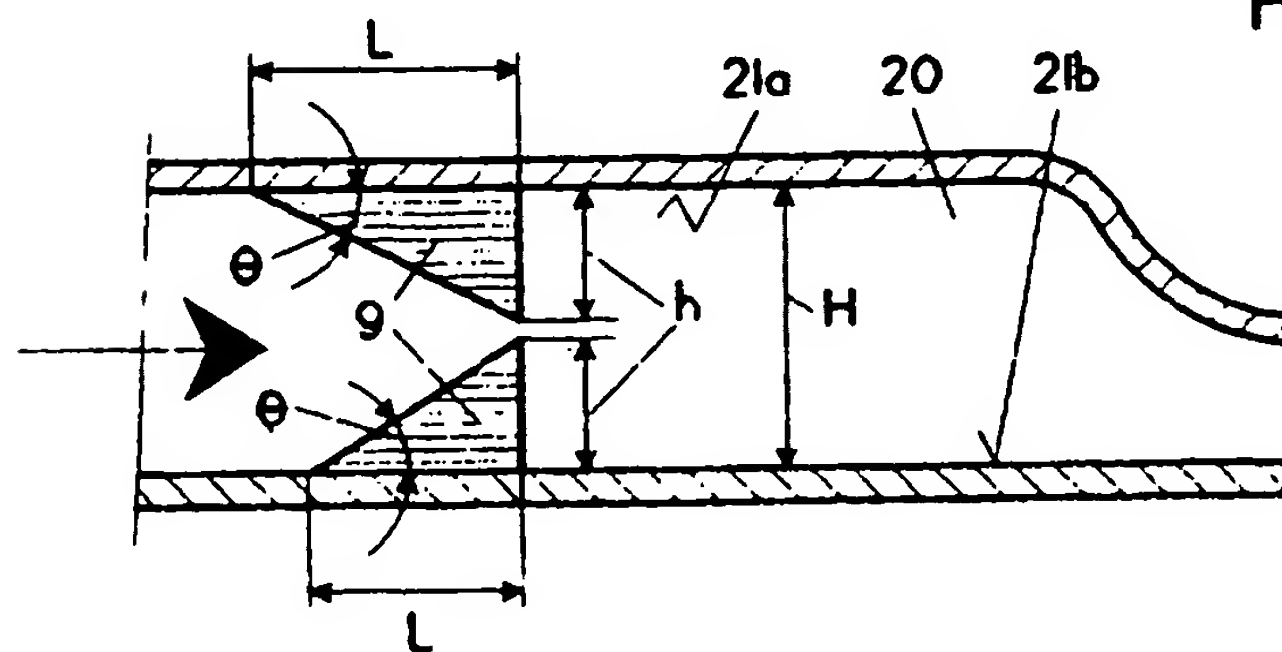


FIG. 8